

DIAGNÓSTICO OPERACIONAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO AVÍCOLA EN PELILEO: CAPACIDAD PRODUCTIVA, BIOSEGURIDAD, INFRAESTRUCTURA Y FLUJOS COMERCIALES

OPERATIONAL DIAGNOSIS OF THE POULTRY SUPPLY CHAIN IN PELILEO: PRODUCTIVE CAPACITY, BIOSECURITY, INFRASTRUCTURE AND COMMERCIAL FLOWS

Angie Nathaly Tisalema Cunalata¹, Julio Mauricio Vizuete Muñoz², Silvia Melinda Oyaque Mora³

{atisalema@uta.edu.ec¹, jm.vizuete@uta.edu.ec², smoyaque@uta.edu.ec³}

Fecha de recepción: 23/03/2026 / Fecha de aceptación: 27/03/2026 / Fecha de publicación: 31/03/2026

RESUMEN: La integración y la eficiencia operativa llegan hacer clave para muchas de las acciones de competitividad avícola ecuatoriana. Este estudio realizó un diagnóstico operacional conforme a la cadena de suministro avícola en el Cantón Pelileo y Tungurahua, que corresponde a la capacidad de producción, infraestructura y flujo de movilización comerciales durante el periodo del 2023. Se aplicó un estudio cuantitativo de corte transversal que se basó su implementación en el registro oficial de AGROCALIDAD, en el que incluye 148 granjas representando el 48.84% del total provincial. El total es de 4,332,100 aves en 534 galpones con una tasa de utilización del 78.24%. En donde el 82.43% de las granjas crían ponedoras comerciales donde tanto Huambaló y Cotaló tienen un sector comercial. En cuanto a la bioseguridad, el 83.11% se encuentra en niveles altos y muy altos, y solo el 27.36% tiene planes de sacrificio sanitario, destacando un grave riesgo de brotes. Hubo 2,193 movimientos y 2,409,680 aves en la movilización que se desplegaron principalmente en Huaquillas-El Oro representando un 17.39% y dentro de Chimborazo un 8.71%, así como al mercado general que conllevó un 88.34% El 42.1% influye en la gran estacionalidad con el 42.1% de la movilización de toda la población en el primer trimestre del año, con el cual llegó al punto máximo en marzo. Y por encima del promedio de Desempeño Operativo de la Cadena Cantonal, 74.45 puntos. Dicho análisis de autocorrelación denominada por LISA permitió identificar un desempeño no aleatorio, identificando un clúster Bajo-Bajo de 19 granjas en Huambalo-Cotaló y un clúster Alto-Alto de 7 granjas en Pelileo Grande. Estos ayudan a que la cadena de suministro con alta

¹Carrera Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador (UTA). <https://orcid.org/0009-0006-0402-2903>

²Docente Investigador Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0003-3910-9292>

³Docente Investigador Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-7278-5201>

especialización productiva en huevos y capacidad operativa aceptable, no aleatoria del desempeño con otras zonas críticas que demandan intervención territorialmente focalizada.

Palabras clave: bioseguridad, cadena de suministro avícola, análisis espacial LISA, IDOC, Tungurahua-Ecuador, diagnóstico operacional

ABSTRACT: Integration and operational efficiency are key to many of the initiatives aimed at enhancing Ecuador's poultry competitiveness. This study conducted an operational assessment of the poultry supply chain in the cantons of Pelileo and Tungurahua, focusing on production capacity, infrastructure, and commercial distribution flows during the 2023 period. A quantitative cross-sectional study was conducted, based on the official AGROCALIDAD registry, which included 148 farms representing 48.84% of the provincial total. The total is 4,332,100 birds in 534 sheds with a utilization rate of 78.24%. Of these, 82.43% of the farms raise commercial layers, with both Huambaló and Cotaló having a commercial sector. Regarding biosecurity, 83.11% are at high or very high levels, and only 27.36% have sanitary culling plans, highlighting a serious risk of outbreaks. There were 2,193 movements and 2,409,680 birds transported, primarily to Huaquillas-El Oro (17.39%) and within Chimborazo (8.71%), as well as to the general market (88.34%). The high seasonality is evident, with 42.1% of the total population's movement occurring in the first quarter of the year, peaking in March. And above the average operational performance of the cantonal supply chain, at 74.45 points. This autocorrelation analysis, known as LISA, revealed non-random performance patterns, identifying a Low-Low cluster of 19 farms in Huambalo-Cotaló and a High-High cluster of 7 farms in Pelileo Grande. These findings help to identify a supply chain with high production specialization in eggs and acceptable operational capacity, as well as non-random performance patterns compared to other critical areas that require geographically targeted intervention.

Keywords: biosecurity, poultry supply chain, LISA spatial analysis, IDOC, Tungurahua-Ecuador, operational diagnosis

INTRODUCCIÓN

Un pilar fundamental que se detectó en el sector avícola ecuatoriano para la seguridad alimentaria nacional y el desarrollo económico del país, que genera un aproximado de 300.000 empleos directos e indirectos y produciendo en el año cerca de 3.650 millones de unidades de huevo y 480.000 toneladas de carne de pollo (1,2). La producción nacional avícola ha experimentado un crecimiento sostenido en el que se mantiene un 4% anual en la última década (3), consolidándose, así como una de las principales fuentes de proteína animal para la población ecuatoriana (4). Con ello responde a una integración de factores: la expansión sostenida de la demanda interna y la optimización de los índices de productividad por unidad productiva acompañado de la progresiva tecnificación de las granjas, que de poco a poco han pasado de ser operaciones realizadas dentro de una sola familia en pequeñas escalas a unidades comerciales con niveles incrementados de integración vertical y especialización productiva.

En la provincia de Tungurahua, ubicada en el corazón de región sierra centro del Ecuador, se consolidó históricamente como uno de los principales centros de producción avícola del país, ya que cuenta con una cifra del 33% de la producción nacional de huevos (5,6). Lo que le permite tener acceso a las principales redes de transporte interprovincial, de igual manera es un impulsador en el desarrollo de una red de distribución que provee a mercados en la Costa, Oriente y Sierra norte y sur del país. Sin embargo, el cantón Pelileo emerge como un principal sistema de producción, albergando el 48,84% de las granjas avícolas de Tungurahua según menciona el catastro oficial de AGROCALIDAD para el año 2023. La mayor cantidad de granjas en este territorio no es una casualidad ya que en este sector se dispone de condiciones climáticas favorables, mano de obra local con experiencia en avicultura que permiten mejorar y dar un mejor rendimiento para un mayor resultado.

El crecimiento que se ha venido dando no se mantiene liberado de desafíos. La avicultura ecuatoriana está presente con presiones simultáneas desde varios frentes entre los cuales unos de ellos vienen hacer la volatilidad, que es la que influye en los precios de los insumos alimentarios, la competitividad de productores de mayor escala, las exigencias crecientes por parte de los canales de distribución modernos y, sobre todo las amenazas sanitarias que pueden ser el principal eje para detener la actividad productiva. Siguiendo este contexto, el implementar un diagnóstico actualizado y territorialmente detallado del estado operacional en las granjas no es un lujo que hoy en día se puede decidir si tener o no ya que es una necesidad práctica para quienes requieren tomar decisiones sobre dónde invertir.

Desde este punto de vista, la bioseguridad se convierte en uno de los puntos más críticos, ya que los brotes de influenza aviar H5N1 sacudieron América Latina entre 2022 y 2024 (7,8,9). Ecuador no fue la excepción, y en el 2022 perdió su estatus de zona libre (10), lo que conllevó a tener protocolos de emergencia y implementar las vacunas a más de dos millones de aves solo en la primera fase de respuesta (11,12). Fortalecer estas medidas y conservar una vigilancia epidemiológica no es opcional, sino la diferencia entre contener un brote a tiempo o enfrentar una crisis que paralice toda la producción (13,14). En Tungurahua, un estudio reciente mostró que el riesgo sanitario en la concentración de granjas con deficiencias de bioseguridad no se reparte de forma igualitaria en el territorio, más bien llega a formar conglomerados espaciales que demandan intervención diferenciada (15).

La logística y el transporte representan bajas fundamentales en la cadena avícola, llegando a determinar la calidad final del producto y el bienestar animal (16,17,18). Los modelos adoptados por empresas líderes del sector incluyen la gestión completa del transporte desde la planta de alimentos balanceados hasta los puntos de distribución (19). El mercado logístico de distribución avícola tiene un crecimiento del 5% anual, impulsado por la expansión del comercio electrónico y la demanda de sistemas de trazabilidad (20).

A nivel global, se evidencian cambios en la forma de administrar y gestionar las cadenas de suministro agroindustriales. La integración de esta de manera eficiente en diferentes eslabones, desde la producción primaria hasta la comercialización final, es un factor crítico para la competitividad y sostenibilidad de los sistemas productivos (21,22). Esta incorporación implica

coordinar simultáneamente la producción de alimento balanceado, el control sanitario en granja, la transportación de aves vivas y la comercialización de los productos finales.

Dicho esto, los métodos de análisis han ganado validez en cuanto a considerarse herramientas de diagnóstico en cadenas agroalimentarias. El Índice Local de Asociación Espacial denominado LISA, indaga más del dato agregado y permite detectar, con sustento estadístico, qué zonas concentran alto o bajo desempeño y si esa concentración es más que una coincidencia (32,33). En los sistemas avícolas, las interdependencias sanitarias en cuanto a las unidades vecinas hacen que los problemas de una granja se queden solo en esa granja. Por ese motivo se identifica dónde se agrupan las deficiencias de bioseguridad.

Dicho eso, en el presente estudio tiene como objetivo general realizar mediante la cadena de suministros avícola un diagnóstico operacional integral del cantón Pelileo dentro del año 2023, en el que se toma en consideración a la identificación de patrones territoriales de desempeño con un análisis de autocorrelación espacial. Los objetivos específicos son: (1) Cuantificar la capacidad productiva instalada y el nivel de utilización en las granjas avícolas registradas; (2) Evaluar los niveles de implementación de protocolos de bioseguridad en las unidades productivas; (3) Caracterizar el estado de la infraestructura de las instalaciones productivas avícolas; (4) Analizar los flujos de movilización y comercialización de insumos, aves vivas y productos finales a lo largo de la cadena de suministro; y (5) Identificar patrones espaciales de agrupamiento del desempeño operacional mediante el Índice de Desempeño Operacional de Cadena (IDOC) y el análisis de autocorrelación espacial local (LISA).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se enfocó en un análisis cuantitativo y un diseño descriptivo-analítico de corte transversal para lograr describir la cadena de suministro avícola del cantón Pelileo en el año 2023. En este mismo se revisó la información secundaria que provino de los registros oficiales y se realizó un diagnóstico de la cadena de suministro avícola sin entrar en las unidades productivas. Para el diagnóstico el estudio se dio seguimiento a un enfoque cuantitativo dividido en seis etapas.

En la primera etapa se dio paso a la recolección de datos del catastro avícola de Agrocalidad de Tungurahua del año 2023. Los registros pasaron por un proceso de limpieza y validación. Primero se procedió a estandarizar los nombres geográficos de parroquias y cantones, para asegurar que las granjas quedaran asignadas correctamente a su territorio. Luego se revisaron los valores faltantes en donde, se excluyeron los que no tenían coordenadas geográficas o capacidad instalada declarada, ya que sin esos datos no era posible incluirlos en el análisis espacial ni en el cálculo del IDOC. De igual manera se verificó la consistencia lógica de los datos, descartando los casos en que la capacidad ocupada superaba a la instalada. El resultado fue un conjunto de 148 granjas con información completa en todas las variables.

En la segunda etapa, se examinó la capacidad instalada y la capacidad utilizada de las 148 granjas en el cantón Pelileo utilizando los datos de AGROCALIDAD. Se utilizó estadísticas descriptivas para generar la capacidad instalada total por tipo de producción. También se calculó el porcentaje de

granjas producidas según la escala de producción del IUC, que es la proporción de aves empleadas en la producción y se multiplica por 100. También se realizaron estadísticas descriptivas para la productividad por galpón.

En la tercera etapa, se revisó los registros de AGROCALIDAD sobre certificaciones sanitarias e implementamos medidas preventivas. Con base en la información obtenida, también se definió el nivel de bioseguridad desarrollado. También se creó un índice de ocho medidas preventivas y un índice para calcular el número de medidas preventivas empleadas y los niveles de bioseguridad en los que se aplicó estas medidas en la parte superior: muy alto (81 -100%), medio (41 -60%), bajo (22 -40%), pequeño y muy bajo (0-21%).

En la cuarta etapa se analizó los flujos de movilización a partir de los registros de granjas del cantón Pelileo. Se calculó el número total y promedio de aves movilizadas y el número de destinos geográficos (a nivel de estado y cantón) por ubicación (porcentaje para aves). Se clasificaron según el tipo de ave y el motivo dado. También se consideró la escala de tiempo de movimiento (mensual), para cada destino. Se estimó el índice de concentración geográfica de las regiones.

En la quinta etapa analizamos la autocorrelación espacial para encontrar el patrón de agrupamiento de las avícolas. Utilizamos la estadística Local Moran (LISA) (23) y el software GeoDa 1.22 (24). Se utilizó las coordenadas de las 148 granjas y se construyó la matriz de pesos espaciales. Se tomaron los tres subíndices para calcular el IDOC en una escala de 0 a 100. El IUC calculado anteriormente en la etapa 2. Especificamos IBio para el cual se utilizó 8 medidas preventivas que cada granja había implementado. El Infra se codificó según su condición para 100 instalaciones, 60 buenas, 30 en malas condiciones y 10 muy malas, que han sido elegidas según expertos por primera vez dada la naturaleza del efecto para cada estado. Los tres subíndices se han promediado con el mismo peso (1/3 cada uno para nuestra matriz de vecindad espacial), ya que consideramos que las tres dimensiones contribuyen al funcionamiento de la cadena sobre la base del método de índice compuesto para el análisis agroalimentario (28). Para la matriz de vecindad espacial, se ha elegido $k=5$ vecinos más cercanos, donde existe un punto de partida común en todas las granjas, pero la distancia de cada punto no es continua (y nunca lo será en todos los sistemas si su distancia de puntos es irregular). Se estandarizaron las filas de la matriz como las de los espacios. Las parcelas se fijaron a 1 en caso de que los valores de todos los puntos en cada uno sean 1, por estadística de Moran y estandarizados hacia afuera por espacio. Luego, se estimó el Índice Global de Moran para la significancia estadística de la autocorrelación espacial a nivel cantonal y luego se aplicó LISA a los clústeres locales ($p < 0.05$).

En la sexta etapa, se combinaron esos conocimientos de las tres etapas anteriores en nuestro análisis para la triangulación de datos y se midieron en términos de capacidad productiva cuantitativa y bioseguridad y eficiencia cualitativas.

La información del estudio fue obtenida del Catastro Avícola de AGROCALIDAD correspondiente al año 2023 de la provincia de Tungurahua.

RESULTADOS

Capacidad productiva y distribución territorial

El cantón Pelileo concentra un total de 148 granjas avícolas registradas oficialmente, lo que representa el 48,84% de las explotaciones avícolas de la provincia de Tungurahua. Estas unidades productivas cuentan con una capacidad instalada de 4.332.100 aves, distribuidas en 534 galpones. La capacidad ocupada durante el período de análisis fue de 3.389.045 aves, lo que equivale a una tasa de utilización del 78,24%. La productividad promedio fue de 6.346 aves por galpón.

Tabla 1. Indicadores de capacidad productiva del sector avícola de Pelileo, 2023.

Indicador	Valores
Número de granjas	148
Capacidad instalada total (aves)	4.332.100
Capacidad ocupada total (aves)	3.389.045
Tasa de utilización (%)	78,24
Número total de galpones	534
Productividad promedio (aves/galpón)	6.346

Nota: Elaboración propia con base en Catastro Avícola AGROCALIDAD 2023.

La distribución geográfica de las granjas muestra una marcada concentración en determinadas parroquias del cantón como se observa en la (Tabla 2):

Tabla 2. Distribución de granjas por Parroquia, Pelileo 2023.

Parroquia	N° Granjas	Porcentaje (%)
Huambalo	56	38,84%
Cotaló	40	28,03%
Pelileo (cabecera)	11	7,43%

DIAGNÓSTICO OPERACIONAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO AVÍCOLA EN PELILEO: CAPACIDAD PRODUCTIVA, BIOSEGURIDAD, INFRAESTRUCTURA Y FLUJOS COMERCIALES

Otras parroquias	41	28,70%
Total	148	100,00%

Nota: Elaboración propia con base en Catastro Avícola AGROCALIDAD 2023.

Tipología de explotaciones y estado de instalaciones

El análisis reveló que Pelileo también es un cantón de concentración de huevos y no de carne. De 10 granjas, hay más de 8 que producen huevos al mismo tiempo, lo cual es eficiente pero también vulnerable. La mitad del cantón se ve afectado de una vez por el bajo precio de los huevos y la enfermedad que afecta a las gallinas ponedoras. Es una situación donde ninguna diversificación puede amortiguar el golpe:

Tabla 3. Distribución de granjas por tipo de explotación, Pelileo 2023.

Tipo de Explotación	N° Granjas	Porcentaje (%)
Ponedoras comerciales	122	82,43%
Pollos de engorde	13	8,78%
Codornices	4	2,70%
Planta incubadora	4	2,70%
Otro	2	1,36%
Otro, Reproductora liviana	1	0,68%
Planta incubadora, Ponedoras comerciales	1	0,68%
Ponedoras comerciales, Otro	1	0,68%
TOTAL	148	100,00%

Nota: Elaboración propia con base en Catastro Avícola AGROCALIDAD 2023.

Respecto al estado de las instalaciones, el 59,46% de las granjas se encuentra en buen estado, mientras que un 4,73% presenta condiciones muy deterioradas por lo que representa un peligro ya que producen menos eficientemente y son más propensas a problemas sanitarios porque las instalaciones en mal estado dificultan la limpieza y el control de plagas:

Tabla 4. Estado de las Instalaciones en granjas avícolas de Pelileo, 2023.

Estado	N° Granjas	Porcentaje (%)
Bueno	88	59,46%
Regular	43	30,05%
Deterioradas	10	6,76%
Muy mal estado	7	4,73%
TOTAL	148	100,00%

Nota: Elaboración propia con base en Catastro Avícola AGROCALIDAD 2023.

Análisis de heterogeneidad en capacidad instalada

El análisis de dispersión de la capacidad instalada revela alta heterogeneidad en el tamaño de las granjas avícolas de Pelileo, evidenciada por coeficientes de variación superiores al 130% en ambas categorías productivas. La capacidad instalada oscila entre un mínimo de 500 aves y un máximo de 360.000 aves, con una mediana de 11.000 aves significativamente inferior a la media de 30.270 aves, indicando una distribución asimétrica positiva donde pocas granjas de gran escala concentran una proporción importante de la capacidad total.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de capacidad instalada por categoría productiva.

Categoría	N	Media	Mediana	Desv.Est	CV (%)	Mín	Máx	IUC (%)
Postura	124	32.488	11.000	56.551	179,6%	1.000	360.000	79,61%
Engorde	13	13.423	3.000	18.600	131,1%	500	60.000	62,82%
TOTAL	148	30.270	11.000	52.450	179,2%	500	360.000	78,24%

Nota: El total (N=148) incluye 11 explotaciones de otras categorías (codornices, incubadoras, otras) cuyos estadísticos se omiten por tamaño muestral reducido. Elaboración propia con base en datos de AGROCALIDAD (2023).

Bioseguridad en las explotaciones avícolas

El análisis del índice agregado de bioseguridad, construido a partir de 8 medidas preventivas, revela que el 83,11% de las granjas presenta niveles altos o muy altos de implementación. Sin embargo, el desglose por niveles (Tabla 6) muestra una distribución heterogénea: mientras que

el 62,17% de las granjas alcanza un nivel Muy Alto, un 9,46% se encuentra en nivel Muy Bajo, lo que representa un riesgo sanitario latente para el cluster avícola cantonal.

Tabla 6. Niveles de implementación de bioseguridad en granjas avícolas de Pelileo, 2023.

Nivel	Rango (%)	N° Granjas	Porcentaje (%)
Muy Alto	81%-100%	92	62,17%
Alto	61%-80%	32	21,95%
Medio	41%-60%	4	2,70%
Bajo	22%-40%	7	4,73%
Muy Bajo	0%-21%	14	9,46%
TOTAL		148	100,0%

Nota: Elaboración propia con base en Catastro Avícola AGROCALIDAD 2023.

Se identificó una brecha crítica en la implementación de planes formales de sacrificio sanitario, presente únicamente en el 27,36% de las explotaciones. Esta debilidad estructural compromete gravemente la capacidad de respuesta ante emergencias epidemiológicas como un brote de influenza aviar (7,8,25,26). Entre las medidas con mayor nivel de implementación destacan el alimento protegido del ambiente externo (92,6% de las granjas) y el suministro de agua potable (90,5%), seguidos por el sistema de desinfección para personas (82,4%) y la dotación de bioseguridad para el personal (79,1%). El control de insectos y roedores mostró una implementación del 77,0% en ambos casos, mientras que la aplicación correcta de medidas de bioseguridad a juicio del técnico fue reportada en el 73,0% de las explotaciones.

Flujos de movilización y patrones comerciales

El análisis de los 2.193 movimientos registrados desde Pelileo durante 2023 revela una movilización total de 2.409.680 aves, con un promedio de 1.099 aves por movimiento (27). Los flujos comerciales presentan un alcance interprovincial significativo, con concentración en destinos específicos.

Tabla 7. Principales destinos de las aves movilizadas desde Pelileo (2023).

Provincia (Cantón)	N° de Movimientos	% Movimientos	Total Aves Movilizadas	% del Total de Aves
--------------------	-------------------	---------------	------------------------	---------------------

Chimborazo (Riobamba)	258	11,76%	209.941	8.71%
El Oro (Huaquillas)	187	8,53%	394.650	17.39%
Napo (Tena)	180	8,22%	201.375	8.37%
Morona Santiago (Morona)	158	7,21%	151.568	6.30%
Los Ríos (Babahoyo)	149	6,79%	160.161	6.65%
Otros destinos	1.261	57,50%	1.291.985	53.61%
TOTAL	2.193	100%	2.409.680	100%

Nota: Elaboración propia con base en Registro de Movilización AGROCALIDAD 2023.

El análisis de estos N° de movimientos reveló que la actividad principal del cantón es comercialización ya que, de los 2.193 movimientos registrados en 2023, el 88,34% (1.937 movimientos) mencionaron como finalidad la comercialización o venta directa. Un 7,71% se movilizó a plantas de faenamiento para procesamiento, y apenas el 2,20% se muestra en traslados entre granjas en AGROCALIDAD. Es decir, de cada 10 camiones que salen de Pelileo con aves, casi 9 van a un comprador. Pelileo produce para comercializar mas no para abastecer al cantón.

Tabla 8. Movilización por categoría de ave y motivo principal (2023).

Categoría	N° de Movimientos	Total Aves	Motivo Principal (% del total por categoría)	Promedio aves/movimiento
GALLINA/PONEDORA	1.180	1,245,800	Venta (91,5%)	1.056
POLLO	325	375,500	Venta (96,0%)	1.155
POLLITA	277	41,096	Traslado de Granja (82,4%)	483
Otras (PIPO, PULLET)	45	34,700	Venta (88,9%)	749
TOTAL	2.193	2.409.680		1.099

Nota: Elaboración propia con base en Registro de Movilización AGROCALIDAD 2023.

Estacionalidad y la brecha en el sacrificio sanitario

El 42,1% de la movilización en el primer trimestre está en parte determinado por 3 factores interrelacionados: Primero el ciclo productivo de las gallinas ponedoras que alcanza su máxima producción de pollitas entre los 6 y 12 meses de edad, en el cual se espera ingreso en esta época

del año; segundo la demanda estacional de pollo y huevos relacionada con las festividades y el inicio del período escolar en abril-mayo implica un suministro temprano; tercero el reemplazo de aves, en el cual las pollitas ingresan durante el último trimestre del año para comenzar el trabajo productivo después del último trimestre en enero. La estacionalidad en estos períodos dificulta la entrega y las plantas que suministran el alimento empeoran muchas fallas en las operaciones de la cadena de frío.

La baja cobertura de los planes de sacrificio sanitario (27,36%) es una vulnerabilidad crítica: en caso de un brote de influenza aviar, el 72,64% de las granjas carecen de un protocolo formal para el sacrificio rápido de aves infectadas, lo que prolongaría la circulación viral y aumentaría el riesgo de propagación a unidades vecinas. Con la gran densidad de granjas en esta área, incluyendo Huambaló-Cotaló, esto va en contra de la corriente ya que están en el centro del ecosistema y afectan la estabilidad y el suministro de proteína animal a las comunidades alrededor del país. Tal porción de supervivencia del sector salud de este tipo necesitará mantenerse fuerte en una emergencia sanitaria, un aspecto crítico que podríamos perder debido a la mala protección contra tal enfermedad.

Tabla 9. Estacionalidad de la movilización (Volumen de aves por mes, 2023).

Mes	N° de Movimientos	Total Aves Movilizadas	% del Total Anual
Enero	277	243.855	10,1%
Febrero	274	384.221	16,9%
Marzo	380	389.159	17,1%
Abril	104	112.336	4,7%
Mayo	134	132.266	5,5%
Junio	79	106.968	4,4%
Julio	166	189.947	7,9%
Agosto	151	157.537	6,5%
Septiembre	216	188.007	7,8%
Octubre	143	198.231	8,2%
Noviembre	162	190.608	7,9%
Diciembre	107	116.545	4,8%
TOTAL	2.193	2.409.680	100%

Nota: Elaboración propia con base en Registro de Movilización AGROCALIDAD 2023.

La distribución mensual destaca la actividad concentrada en el primer trimestre: enero, febrero y marzo son los tres clave para el movimiento anual. Marzo tiene la mayor cantidad (380 envíos, 17,1%) con su actividad disminuyendo a menos de la mitad del año; después de los meses más activos (79 envíos, 4,4%) es donde comienza el nivel más bajo de actividad mensual (abril). La estacionalidad permite tener más tráfico en el primer trimestre (aumento de negocios, los cuellos de botella en las plantas receptoras que pueden ocurrir) y el menor uso de infraestructura en un segundo trimestre (abril en la línea de producción, por ejemplo) y para el resto del año. La cadena de suministro siempre puede gestionar la producción de manera más eficiente si la empresa distribuye de manera más equitativa.

Índice de Desempeño Operacional de Cadena (IDOC)

Para combinar el rendimiento operativo de la cadena de suministro avícola en un solo indicador, se introdujo el Índice de Desempeño Operativo de la Cadena (IDOC) como la media aritmética simple de las tres dimensiones clave en nuestro diagnóstico: capacidad productiva (IUC), bioseguridad e infraestructura. El diseño del índice ha sido similar a los índices compuestos de desempeño de cadenas agroalimentarias (28,21) y se consideró que cada variable es igualmente necesaria ya que afectan el rendimiento operativo:

$$IDOC = (IUC + IBio + Iinfra) / 3$$

Donde IUC = Índice de Utilización de la Capacidad (0-100%); IBio = Índice de Bioseguridad calculado sobre 8 medidas preventivas (0-100%); Iinfra = Puntuación de Infraestructura codificada como: Buena = 100, Regular = 60, Deteriorada = 31, Muy mal estado = 10. Los tres índices reciben el mismo peso (1/3 cada uno) para el IDOC y tienen clasificación como muy alto (≥ 80), alto (65-79), medio (50-64), bajo (36-49) y muy bajo (< 36).

La integración del IDOC en 148 granjas en el cantón Pelileo y su posterior segregación por parroquias llevó al descubrimiento de la naturaleza organizativa de las áreas de producción (sin la necesidad de clasificación multivariante). El promedio para el cantón fue de 74,45 en términos del nivel topográfico (muy alto). La desviación estándar fue de 25,97, lo que indica la naturaleza heterogénea de su sector productivo. En las categorías, el 50,0% de las granjas con 74 operaciones alcanzaron un nivel muy alto (VH), el 28,0% (40 granjas) tienen un nivel alto, y el 8,1% (12 granjas) en total (la mayoría de estos distritos agrícolas eran de la parroquia Benítez).

Tabla 10. Índice de Desempeño Operacional de Cadena (IDOC) por parroquia — Cantón Pelileo, 2023

Parroquia	N Granjas	IUC (%)	Bioseguridad (%)	Infraestructura (%)	IDOC	Nivel
Pelileo Grande	6	89,11%	89,58%	100,00%	92,90	Muy Alto
Huambalo	57	76,25%	80,27%	85,61%	80,70	Muy Alto
Cotaló	43	68,63%	74,13%	74,42%	72,40	Alto
Bolívar	6	71,97%	70,83%	73,34%	72,05	Alto

DIAGNÓSTICO OPERACIONAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO AVÍCOLA EN PELILEO: CAPACIDAD PRODUCTIVA, BIOSEGURIDAD, INFRAESTRUCTURA Y FLUJOS COMERCIALES

La Matriz	16	57,27%	67,50%	77,34%	67,37	Alto
Pelileo	11	53,55%	64,77%	74,55%	64,30	Medio
Benítez	3	34,22%	30,18%	40,00%	35,13	Muy Bajo
CANTÓN PELILEO	148	76,97%	74,73%	79,40%	74,45	Alto

Nota: Elaboración propia con base en Catastro Avícola AGROCALIDAD 2023. IDOC = (IUC + IBio + IInfra) / 3.

El análisis del IDOC por parroquia (Tabla 10) revela patrones de desempeño territorialmente diferenciados. Pelileo Grande (92,90) destaca como la parroquia de mayor desempeño operacional (nivel Muy Alto), mientras que Huambalo (80,70) alcanza también el nivel Muy Alto, impulsada por infraestructura en buen estado (85,61%) y elevados estándares de bioseguridad. Huambalo, que se encuentra en el 38,84% de las granjas del cantón, tiene una alta tasa de utilización de capacidad (76,25%). Por otro lado, Benítez tiene el IDOC más bajo del cantón (35,13, nivel Muy Bajo) y esto se debe principalmente a su bajo índice de bioseguridad (30,18%) así como a su reducida tasa de utilización (34,22%), lo que coloca a Benítez en una lista de prioridad sanitaria. El IDOC promedio del cantón es de 74,45 puntos (nivel Alto) mostrando el comportamiento competitivo a nivel general.

Análisis de Autocorrelación Espacial (LISA)

El análisis de autocorrelación espacial del IDOC mediante el índice de Moran Global arrojó un valor de $I = 0.263$ ($p < 0.05$; 999 permutaciones), evidenciando una autocorrelación espacial positiva y moderada. Este resultado indica que el desempeño operacional de las granjas avícolas del cantón Pelileo no se distribuye aleatoriamente en el territorio, sino que las unidades productivas con niveles similares de IDOC tienden a agruparse geográficamente. El análisis Local de Moran (LISA) identificó 29 granjas con patrones espaciales estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$), representando el 19,9% del total cantonal, distribuidas en cuatro categorías de clúster (Tabla 11). Las 120 granjas restantes (81,1%) no presentaron autocorrelación espacial significativa.

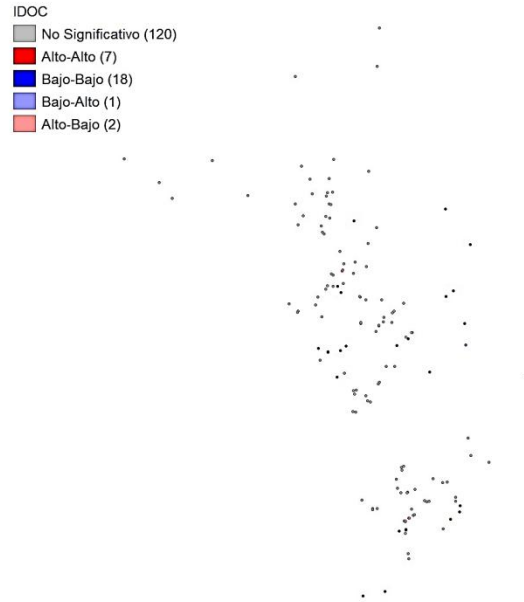


Figura 1. Mapa de Clústeres LISA del IDOC - Cantón Pelileo, 2023 (GeoDa).

Nota. El mapa muestra las 148 granjas avícolas en el cantón Pelileo (Alto-Alto / HH, 7 granjas). Están en conglomerados espaciales estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Los colores son Azul para Bajo-Bajo (Bajo-Bajo / LL, azul, 19 granjas), Rosa para Alto-Bajo (Alto-Bajo / HL, rosa, 2 granjas), Celeste para Bajo-Alto (celeste, 1 granja) y Gris para no significativo (gris, 120 granjas). Elaboración propia con GeoDa (24). Matriz GeoDa KNN $k=5$, 999 permutaciones.

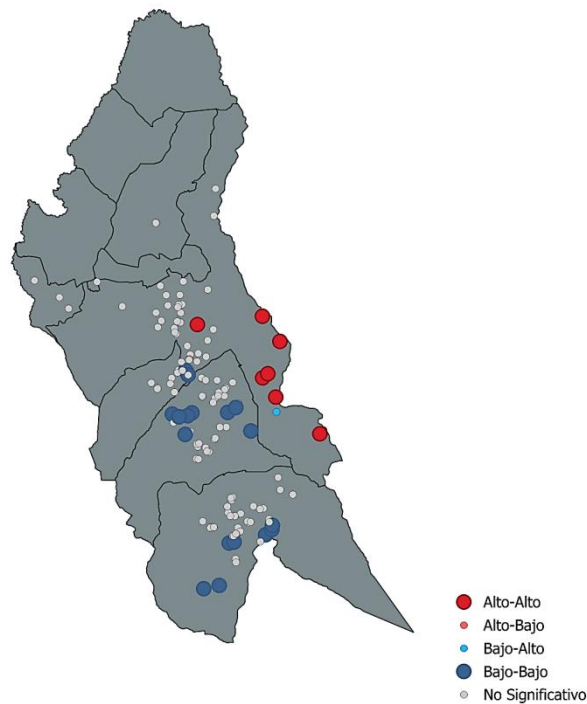


Figura 2. Mapa de Clústeres LISA del IDOC - Cantón Pelileo, 2023 (QGIS).

Nota. Representación cartográfica de los clústeres espaciales del IDOC en el terreno del cantón Pelileo. Los clústeres Alto-Alto (HH) se concentran en Pelileo Grande; los clústeres Bajo-Bajo (LL) predominan en Huambalo y Cotaló. Elaboración propia con GeoDa (24) y QGIS. Fuente cartográfica: CONALI 2022. Matriz KNN $k=5$, 999 permutaciones.

Tabla 11. Resultados del análisis LISA para el IDOC — Cantón Pelileo, 2023.

Clúster LISA	N° Granjas	% del total	Parroquias principales	IDOC medio
Alto-Alto (HH)	7	4,7%	Pelileo Grande, Pelileo	95,40
Bajo-Bajo (LL)	19	12,2%	Huambalo, Cotaló	36,68
Bajo-Alto (LH)	1	0,7%	La Matriz	3,34
Alto-Bajo (HL)	2	1,4%	Pelileo, Cotaló	99,99
Total significativos	29	19,9%	—	—

Nota. Cálculos realizados con el software GeoDa (24). Matriz KNN $k=5$, 999 permutaciones. Elaboración propia.

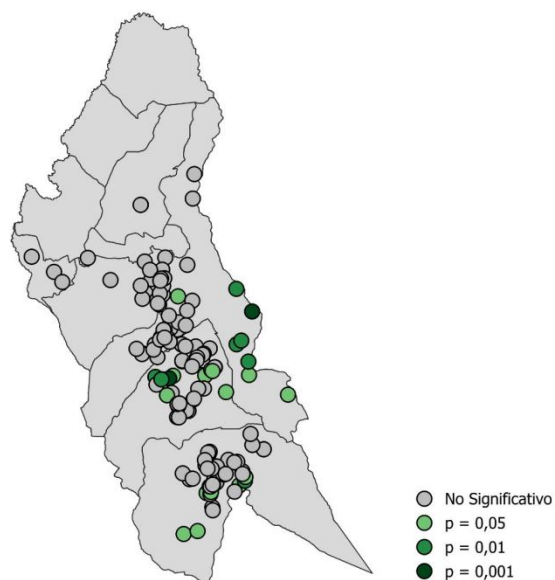


Figura 3. Mapa de significancia estadística LISA del IDOC - Cantón Pelileo, 2023.

Nota. Distribución espacial de los niveles de significancia estadística en el análisis LISA para el IDOC. Los círculos más oscuros indican una mayor certeza estadística en comparación con los colores correspondientes, como $p = 0.05$ (13 granjas), $p = 0.01$ (4 granjas) y $p = 0.001$ (3 granjas). Las granjas grises no son estadísticamente significativas y corresponden al mismo lugar. Elaboración propia con GeoDa (24) y QGIS. Fuente cartográfica: CONALI 2022.

El grupo de Alto-Alto (HH) está compuesto por 7 granjas concentradas en las parroquias de Pelileo Grande y Pelileo, teniendo un IDOC (determinado regionalmente y en conjunto) que coincide con una alta utilización (95,40) mientras que también muestra una baja situación de vida rural (74,45) de granjas de todas las regiones (y también se considera un grupo de alto valor). Entre ellas, las granjas más frecuentes son Guadalupe S.A. (IDOC = 99,98), Guadalupe sa (IDOC = 93,21) y Avícola Isabela I (IDOC = 95,83), es decir, las más grandes, ambas con un $p < 0.001$. El cultivo bajo-Bajo (LL) consiste en 19 granjas principalmente en Huambaló y en Cotaló y se encuentran con un IDOC promedio = 36,68 (región de nivel bajo y bajo) (SD) con la SD promedio general de un grupo de bajo valor. Este punto frío es, por lo tanto, una región de tierras bajas estructuralmente mal desempeñada con menos granjas en estas regiones y una infraestructura poco desarrollada. También encontramos un caso atípico bajo-alto (HL) en la granja La Matriz (3,34 en Avícola Arcos) que no se desempeña bien en campos que son relativamente altos y dos casos atípicos alto-Bajo (HL) en Pelileo y Cotaló, que tienen el IDOC promedio de 99,99 en un rendimiento muy alto con granjas de muy bajo rendimiento en campos de bajo rendimiento. Nuestros resultados sugieren que el desempeño de la cadena avícola en el cantón de la ciudad de Pelileo tiene una estructura no aleatoria y sus ubicaciones críticas deben seleccionarse de acuerdo con la forma en que está operando.

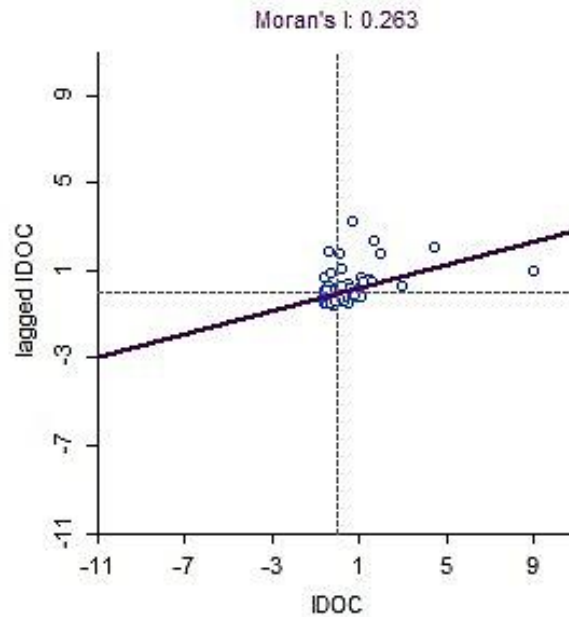


Figura 4. Diagrama de Dispersión de Moran del IDOC - Cantón Pelileo, 2023.

Nota. El diagrama de dispersión de Moran compara el IDOC de una granja individual (X) con el IDOC promedio de sus vecinos espaciales (Y). La pendiente positiva de la línea de regresión es la misma que corresponde al Índice de Moran Global $I = 0.263$ ($p < 0.05$; 999 permutaciones). El gráfico muestra una autocorrelación espacial positiva y relativamente moderada. Los puntos en el cuadrante superior derecho corresponden a granjas HH, y los puntos en el inferior izquierdo a granjas LL. Elaboración propia con GeoDa (24).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que Pelileo no es homogéneo; ya existe una alta especialización productiva y concentración territorial en otros clústeres avícolas como en otros lugares de Latinoamérica (29 y 21). El estudio realizado sugiere que esta heterogeneidad ciertamente no es aleatoria. El valor de Moran ($I = 0.263$; $p < 0.05$) sugiere que las granjas de rendimiento muy similar se agruparán. Esta tendencia es consistente con los datos que muestran muchas deficiencias operativas que se propagan de sistema de granja a sistema de granja (30,31). Trabajar con LISA para cada granja en lugar de agregar en parroquia y cantón fue muy bueno para descubrir cómo encontrar estas áreas a nivel de granja cuando el análisis a mayor escala simplemente no puede lograrlo (32,33). Huambaló-Cotaló no es relevante porque estas dos parroquias tienen más o menos solo dos tercios de las granjas en una pequeña región (28) ya habían observado que la agricultura (pequeña y mediana) con alta densidad reúne todos los signos de bioseguridad juntos, ya que tiene personal, recursos y rutas de transporte todo el tiempo juntos.

Lo que (29) encontraron en los sistemas europeos integrados es desde la misma posición: si existen prácticas estándar, la variación espacial en el rendimiento de salud aumenta. Pelileo todavía tiene esa brecha abierta. La tasa de utilización de la capacidad (78,24%) fue bastante significativa en comparación con los estándares internacionales, y fue inferior a la reportada para los sistemas avícolas brasileños (85-90%) (34). Se creía que esta diferencia era simplemente un efecto que ocurrió debido a factores como la estacionalidad de la demanda, problemas de gestión a nivel de granja más pequeña o acceso limitado a insumos (por ejemplo, las ponedoras comerciales (82,43%) se convirtieron en la principal razón detrás de la alta especialización.

Tungurahua concentró el 33% del número nacional de huevos producidos en estas áreas (5) (las ponedoras comerciales estaban altamente concentradas en la agricultura). Tal especialización es beneficiosa, pero también conlleva riesgos para la salud. Sin embargo, en cuanto a la bioseguridad en su conjunto, el 83,11% estaba (y actualmente está) en un nivel de implementación alto o muy alto con campañas de prevención tomadas en cuenta en la región siguiendo la incidencia de la influenza aviar (7,8,35). Aun así, el bajo nivel de sacrificio sanitario (27,36% de las granjas) fue una deficiencia estructural que podría afectar negativamente la capacidad de respuesta a tales crisis epidemiológicas. Esa parte nos preocupaba principalmente porque la densidad avícola es muy alta, el potencial de un brote de salud humana se consideraba real.

Los flujos de movilización analizados mostraron claramente que la cadena logística es crítica para la competitividad de la industria y es la gestión de flujos la que está conectada con la importancia para el trabajo en la industria cárnica donde ocurre la eficiencia del transporte y se evaluó la calidad del producto terminado (40,10). La estacionalidad sugerida, a través del examen de la capacidad de transporte, la necesidad de mejorar la planificación logística, así como la coordinación interinstitucional podría abordarse y se podría lograr una menor reducción de costos del proceso. La evaluación de flujos según diferentes categorías (Tabla, 8) indica que en los movimientos llamados "POLLO" hay en promedio alrededor de 1,155 aves por movimiento de las cuales se exploraron cifras significativamente más altas que las de las ponedoras, lo que significa que la gestión logística y la logística (no solo la cadena de suministro) se realizan para la

cadena de productos animales y si se necesitan métodos de integración más altos, entonces los procesos deben tener en cuenta más modelos de integración, y así sucesivamente (19). El movimiento de "POLLITA" para "TRANSFERENCIA DE GRANJA" (82,4%) fue indicativo de la estructura interna en la cadena de ponedoras, en la que las aves jóvenes fueron transportadas desde granjas de cría hacia granjas de puesta donde en los métodos de integración vertical este tipo de distribución estaba presente.

Muchos de los destinos (Chimborazo, El Oro, Guayas) son los que deberían integrarse en circuitos comerciales con Pelileo porque se conecta con mercados de consumo masivo y con regiones fronterizas (38), resultando en dependencia logística y bloqueos de carreteras que causan problemas de movilización. Como se predijo a partir de la alta estacionalidad (17,1% de la movilización anual en marzo, 42,1% en el primer trimestre), este año vio el inicio de uno de los ciclos de puesta y predijo que este patrón representa un nivel de preparación logística y la operación esperada tomada por los productores para aumentar la capacidad de transporte y suministrar mejor el sistema y para sortear problemas climáticos severos. El modelo de integración vertical desarrollado durante Pelileo es consistente con estructuras similares de Colombia (29,19), donde el 96% de los costos de producción son controlados por el integrador. Se pueden discutir muchos puntos para comprender mejor la robustez en el nivel de bioseguridad que se observa, ya que las empresas integradoras establecen procesos operativos estandarizados para mantener las mismas operaciones en sus respectivas áreas de granja.

CONCLUSIONES

El cantón Pelileo tiene una cadena avícola con buena productividad del 78,24%, alta o muy alta bioseguridad en el 83,11% de las granjas, y un IDOC cantonal del 74,45 %. Sin embargo, estos promedios también indican grandes diferencias territoriales: Pelileo Grande cubre el territorio en su conjunto con 92,90 puntos, mientras que Benítez obtiene 35,13. Lo más significativo es que el nivel agrícola no está cubierto con planes de sacrificio sanitario al 27,36% (ambos de naturaleza estructural y el cantón es susceptible a cualquier tipo de infección de gripe aviar). Mientras tanto, esta especialización especialmente en ponedoras comerciales (82,43%) no solo es una fortaleza sino también una debilidad: un aumento de precio o cualquier otra situación de salud (pública, no embarazada o enferma) puede afectar a todo el cantón al mismo tiempo.

El análisis LISA demostró que la situación no es aleatoria en el territorio (I de Moran Global = 0.263; $p < 0.05$). En Huambaló-Cotaló, se forma un clúster Bajo-Bajo de 19 granjas, que representa el 65% de las actividades operativas del cantón, lo que requiere la mayor atención y se detalla más aquí, mientras que en Pelileo Grande se necesita un clúster Alto-Alto de 7 granjas en esta área para planificar y mejorar las actividades de planificación en ese lugar. Los flujos comerciales revelan una cadena que está firmemente orientada hacia el mercado interprovincial (2193 movimientos y una población de aves de 2,409,680 en 2023), sin embargo, está orientada estacionalmente y la mayoría de la movilización es del primer trimestre con una tasa máxima en marzo, lo que requiere más planificación anticipada mediante la organización de la planificación logística para evitar los cuellos de botella de la red.

La combinación de IDOC con el análisis LISA es capaz de replicar metodologías similares para identificar otras cadenas agroalimentarias en la región geográficamente. Los resultados obtenidos evidencian cómo las políticas públicas son diferentes para diferentes partes del país: implementación de tratamientos de salud en Benítez (un enfoque central), sacrificio sanitario en todo el cantón (por ejemplo), un enfoque en el transporte y la logística para reducir la dependencia de rutas que pueden fácilmente resultar en paradas de carretera.

AGRADECIMIENTOS

En consecuencia, los autores agradecen a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) por hacer su contribución en el trabajo de grado y su publicación del Proyecto de Investigación sobre "Fortalecimiento Comercial para el Desarrollo Sostenible de las Organizaciones Asociativas de Tungurahua, Ecuador", resolución Nro. UTA-CONIN-2023-0330 R PFCA29; Nro. UTA-CONIN-2025-0272-R. También a los investigadores del grupo de Desarrollo Financiero Empresarial (DFE) y al grupo de marketing consumo y sociedad (MCS) de la Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencias Administrativas por su contribución a este proyecto de investigación.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAVE. El huevo, un super alimento que genera más de 300 mil empleos directos e indirectos. 2024.
2. CONAVE. Cifras actualizadas del sector avícola. 2023.
3. OECD/FAO. Perspectivas agrícolas 2023-2032: Producción avícola global. 2023.
4. Mramba F, Mapunda D. Poultry production and sustainability in developing countries under the COVID-19 crisis: Lessons learned. *Sustainability*. 2022;14(5):2520.
5. MAG. Estadísticas del sector agropecuario: Producción avícola provincial 2023. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2023.
6. AviNews. Crecimiento y desafíos del sector avícola de postura en Ecuador: Perspectivas para 2025. 2025.
7. FAO. Emergencia y respuesta a la influenza aviar de alta patogenicidad H5N1 en América Central, América del Sur y el Caribe: Informe técnico regional para el período octubre de 2022 a septiembre de 2024. 2024.
8. Puga-Torres B, Navarrete H, de la Torre D. Molecular surveillance confirms absence of avian influenza virus type A in Ecuadorian poultry: A retrospective reverse transcription quantitative polymerase chain reaction study from April 2023 to June 2024. *Vet World*. 2025;18(8):2287-2294.
9. Angeletti V, Yantorno M. Gripe aviar: La nueva amenaza. *Actualizaciones en Sida e Infectología*. 2023;31(111):6-9.

10. Almeida W. Declaración de Ecuador continental como zona libre de influenza aviar de alta patogenicidad. WOA. 2022.
11. MAG Ecuador. Más de dos millones de aves serán vacunadas contra la influenza aviar, en una primera fase. 2023.
12. CDC. Primer caso de influenza aviar en Ecuador. 2025.
13. Cajamarca-Rivadeneira RE, Campos-Murillo NC. Prácticas de higiene y bioseguridad en la prevención de enfermedades ocupacionales, sector avícola, Naranjal-Ecuador. MQRInvestigar. 2025;9(1):e301.
14. OPS. Preparación y respuesta ante brotes de influenza aviar y enfermedades zoonóticas emergentes en Ecuador. 2025.
15. Ramos Cachiguango SD, Vizúete-Muñoz JM, Guamán Guevara MD. Análisis espacial del riesgo sanitario por concentración de granjas avícolas sin bioseguridad en la provincia de Tungurahua: una propuesta de gestión preventiva para la sostenibilidad empresarial. Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo. 2026;7(18):27-52.
16. Marel. Un buen procesamiento avícola comienza con una logística perfecta desde el corral hasta el gancho. 2023.
17. Disavasa. La importancia de la avicultura: Transporte y distribución. 2024.
18. Toscano Quispe SY, Abad Basantes CA, Alvear Loo JG, Sarango Romero VJ. La digitalización de la cadena de suministro: un impulso innovador para la eficiencia logística en Ecuador. Código Científico Revista de Investigación. 2023;4(2).
19. FENAVI. Modelos de integración avícola: Producción pollo de engorde. 2023.
20. Global Market Insights. Tamaño y participación del mercado de logística de distribución: análisis de la industria hasta 2032. 2024.
21. Sablón-Cossío N, Medina-León A, Nogueira-Rivera D, Hernández-Nariño A. Procedimiento para el diseño de cadenas de suministro en el sector agroalimentario. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2021;30(1):88-100.
22. SCPM. Estudio de las cadenas agroalimentarias en Ecuador. Quito: Superintendencia de Control del Poder de Mercado; 2023.
23. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association--LISA. Geographical Analysis. 1995;27(2):93-115.
24. Anselin L, Li X, Koschinsky J. GeoDa, from the Desktop to an Ecosystem for Exploring Spatial Data. Geographical Analysis. 2022;54(3):439-466.
25. Smith JR, Johnson KL, Williams P. Avian influenza biosecurity measures in commercial poultry operations: A United States perspective. Poultry Science. 2025;104(1):103245.
26. Catalan H, Cruz L. Preventive, safety and control measures against avian influenza A(H5N1) in occupationally exposed groups: A scoping review. One Health. 2024;19:100766.
27. SENASAG Bolivia. Capítulo 3.15: Movimiento animal. Guía de movilización avícola. 2023.
28. Santamaría Gamboa L. Supply chain management (SCM) para el desarrollo sostenible en avícolas. Polo del Conocimiento. 2024;9(7).
29. FENAVI Colombia. Estadísticas sector avícola Colombia 2023. Fenaviquín. 2024;(393).
30. Vougat R, Leite M, Tilli G, Laconi A, Mahmood Q, Prodanov J, et al. Biosecurity implementation in poultry farms across Europe and neighboring countries: a systematic review. Frontiers in Veterinary Science. 2025;12.

31. Nielsen S, Kemunto N, Muloi D, Bojesen A, Knight T, Ayebare D, et al. Flexible assessment of biosecurity in small- and medium-scale poultry farms in low- and middle-income countries. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2025;69(9).
32. Escudero M, Ojeda S, Moya L, Enrique I. La malla estadística como unidad de análisis espacial: razón de mortalidad, población y vivienda. *EURE*. 2024;50(150):1-24.
33. Chacón C, Ramírez M, Rangel H. Dinámicas espaciales del índice de pobreza multidimensional en Colombia, 2005-2018. *Revista Ciudades, Estados y Política*. 2024;11(2):15-41.
34. Marmelstein S, Costa DL, Silva TF. Advancing efficiency and sustainability in poultry farms through data envelopment analysis in a Brazilian production system. *Animals*. 2024;14(5):726.
35. AviNews. Activan protocolo de bioseguridad por nuevo influenza aviar en Ecuador. 2023.
36. USDA. Livestock and poultry: World markets and trade. Washington DC: Foreign Agricultural Service; 2025.
37. INEC. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) 2023. 2023.
38. Vizcaíno I, Cedeño J, Maldonado A. Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2023;7(4):9723-9762.
39. Wang L, Zhang Y, Chen X. Cold supply chain management for meat industry: A comprehensive review. *Food Control*. 2024;156:110145.
40. Duarte R, Castillo M. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2023;14(1).